한국동물분류학회지 제11권 제1호
The Korean Journal of Systematic Zoology
Vol. 11, No. 1: 39-64 (March 1995)

진도의 담수산 물벼룩류와 요각류의 출현특성에 관한 생태학적 연구

윤 성 명 · 장 천 영* · 김 원**
(조선대학교 사범대학 생물교육과, *대구대학교 자연과학대학 생물학과,
**서울대학교 자연과학대학 분자생물학과)

요 약

진도의 담수산 물벼룩류 및 요각류의 종류상, 서식처별 종조성, 물벼룩류와 요각류의 출현특성 및 상관출현성 등을 조사하기 위해, 1994년 7월 23-25일과 11월 1-3일의 두차례에 걸쳐 저수지, 하천, 습지, 논, 농수로, 연못, 샘 등 다양한 담수 서식처 35개 지소에서 물벼룩류와 요각류를 채집하였다. 조사결과 5종의 미동정종을 포함한 2목 6과 17속 27종의 물벼룩류와 3종의 미동정종을 포함한 3목 6과 21속 28종의 요각류가 본 조사기간 동안 출현하였는데, 이 가운데 물벼룩류 *Daphnia obtusa* Kurz와 요각류 *Elaphoidella bidens* (Schmeil)는 한국미기록종이다.

정수역의 저수지에서는, 7월에 물벼룩류 *Diaphanosoma* sp.와 요각류인 온난검물벼룩(*Thermocyclops taihokuensis*)이, 11월에는 긴뿔물벼룩(*Bosmina longirostris*)과 참검물벼룩(*Cyclops vicinus vicinus*)이 각각 우점하였고, 저수지의 가장자리 부식질이 많은 곳과 웅덩이에서는 긴눈시모물벼룩(*Simocephalus vetulus*)과 사각배큰씨물벼룩(*Alona rectangula*), 둥근씨물벼룩(*Chydorus sphaericus*) 등의 물벼룩류와 톱니꼬리검물벼룩(*Eucyclops serrulatus*)을 비롯한 꼬마검물벼룩(*Microcyclops varicans*), 갈고리보통검물벼룩(*Mesocyclops pehpeiensis*) 등의 요각류가 출현하였다. 7월에서 11월로 가면서 *Diaphanosoma* sp.와 온난검물벼룩(*T. taihokuensis*)의 개체수는 격감하였고 대신 긴뿔물벼룩과 유리온난검물벼룩(*T. crassus*)의 개체수와 출현빈도는 증가하였다. 연못에서는 7월에 온난검물벼룩, 11월에는 시궁모이나물벼룩(*Moina weismanni*)이 우점하였다. 논에서는 모이나물벼룩(*Moina macrocopa*)과 온난검물벼룩(*T. taihokuensis*)이 우점하였다.

유수역의 계류 및 샘에서는 물벼룩류 *Alona* sp.와 하르팍티쿠스류 두마디털보장

본 연구는 학술진흥재단 '93 신진연구인력연구장려금 지원에 의한 것임

수노벌레(*Attheyella byblis*), 네가시털보장수노벌레(*A. tetraspinosa*) 등이 출현하였다. 하천에서는 물벼룩류의 출현빈도가 낮았으며, 7월에 비해 11월에 물벼룩 출현종들이 다양한 편이었는데, 부유성 종에서는 긴뿔물벼룩과 저서성 종에서는 둥근씨물벼룩이 가장 흔한 종이었다. 요각류는 하부의 하구를 제외하고는 대부분의 하천의 조사지점에서 거의 같은 종조성을 나타냈는데, 톱니꼬리검물벼룩(*E. serrulatus*)과 갈고리보통검물벼룩(*M. pehpeiensis*)이 가장 흔하고 개체수가 많은 종이었다.

물벼룩류와 요각류의 상관출현성에서는, 정수역의 경우 물벼룩류 *Diaphanosoma* sp.와 온난검물벼룩의 2종, 긴뿔물벼룩, 둥근씨물벼룩, 사각배큰씨물벼룩 및 톱니꼬리검물벼룩의 4종, 짧은배씨물벼룩(*Disparalona rostrata*)과 유리온난검물벼룩, 꼬마검물벼룩, 갈고리보통검물벼룩의 4종, 시모긴눈물벼룩, 시궁모이나물벼룩, 긴뿔물벼룩붙이(*Bosminopsis detersi*), 줄무늬큰씨물벼룩(*Alona costata*)과 마루딱정장수노벌레(*Canthocamptus carinatus*) 및 참검물벼룩의 6종 등이 각각 종의 출현에서 다른 종들에 비해 서로 깊은 상관성이 있는 것으로 드러났다. 유수역에서는 긴눈시모물벼룩과 갈고리보통검물벼룩의 2종, 물벼룩류 *Scapholeberis* sp.와 유리온난검물벼룩의 2종, 시궁모이나물벼룩과 긴뿔물벼룩, 긴뿔물벼룩붙이와 마루딱정장수노벌레의 4종 등이 각각 시기나 장소에 따른 종의 출현성에서 다른 종들에 비해 서로 밀접한 관계에 있는 것으로 나타났다.

Key words: Occurrence, cladocerans, copepods, Chindo, Korea

서 론

담수산 물벼룩류(cladocerans)와 요각류(copepods)는 절지동물문(phylum Arthropoda), 갑각 상강(superclass Crustacea)에 속하는 분류군들로서 그 종들은 윤형동물(phylum Rotifera)과 더불어 담수산 동물성플랑크톤(zooplankton) 가운데 중형플랑크톤(mesoplankton)의 대부분을 차지하는 담수 동물성플랑크톤의 대표적인 무리들이다. 물벼룩류와 요각류에는 플랑크톤성 종들 뿐만이 아니라 저서성 종들도 많이 있으며, 이들은 각종 담수역에서 높은 밀도로 서식하고 있기 때문에 담수생태계 연구에 있어서 생물적 요소로서 매우 중요하게 취급되고 있다. 전세계적으로 담수산 물벼룩류는 약 400여종, 담수산 요각류는 1,000종 이상이 기록되어 있으며(Bowman과 Abele, 1982; Dodsan과 Frey, 1991; Williamson, 1991), 중국의 경우 담수산 물벼룩류가 약 140여종(Chiang과 Du, 1979), 담수산 요각류는 약 210여종(Shen, 1979), 일본에서는 담수산 물벼룩류가 약 85종(Tanaka, 1986, 1988; Tanaka와 Shigaki, 1987; Mizuno와 Takahashi, 1991), 담수산 요각류는 약 120여종(Mizuno와 Miura, 1984)이 알려져 있다.

한국의 담수산 물벼룩류와 요각류로는 Chang과 Kim(1986)과 Yoon과 Kim(1987), Kim(1988) 및 Kim과 Chang(1989a) 등이 밝힌 바와 같이, 주로 한강수계 등의 대형하천과 인공호 등에서 수행한 다수의 육수학적 조사, 월출산(Kim과 Chang, 1989b)과 속리산(Chang, 1991)의 수서무척추동물상 조사, 그리고 Chang과 Kim(1986, 1992), Yoon과 Kim(1987, 1992, 1993), Kim(1988), Kim과 Chang(1989a; 1991), Yoo와 Lim(1989) 및 Chang(1993) 등의 분류학적 연구들에 의해 물벼룩류가 3목 9과 28속 56종, 요각류가 3목 6과 25속

45종 기록되어 있다. 그러나 특정지역의 물벼룩류와 요각류의 종류상을 밝히기 위하여, 논, 습지, 하천, 수로, 계류, 샘 및 기수역 등 다양한 담수서식처를 대상으로 집중적인 조사를 한 적은 아직 없다.

진도는 그 경계 내에 거의 모든 형태의 담수서식처를 두루 포함하고 있을 뿐만 아니라, 많은 수의 저수지와 잘 발달된 관개시설을 갖추고 있으며, 하천의 길이가 짧아 계류와 하천, 하천의 하구, 습지 등이 교묘하게 혼합되어 있으므로, 다양한 물벼룩류와 요각류의 종류상이 기대되었다.

본 연구는 진도의 물벼룩류 및 요각류의 종류상을 자세히 밝히는 것은 물론, 서식처에 따른 물벼룩류와 요각류의 분포 및 계절에 따른 변화를 밝히는 데 그 주된 목적을 두었으며, 나아가 물벼룩류와 요각류의 출현특성과 상관출현성(co-occurrence)을 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

저자들은 본 연구를 위하여 1994년 7월 23-25일의 여름철 조사와 1994년 11월 1-3일의 가을철 조사의 2회에 걸친 현장조사를 실시하였다. 조사정점은 모두 35개 지소로서(Fig. 1, 첨부 참조) 정수역(lentic habitat)이 19개 지소, 유수역(lotic habitat)이 16개 지소였으며, 조사정점들에는 저수지, 습지, 연못, 웅덩이, 논, 샘, 계류, 하천 및 농수로 등 거의 모든 형태의 담수서식처가 포함되었다. 정수역의 조사정점에는 1970년대 초 간척에 의해 조성되어 기수역의 특징을 보이는 저수지 2개 지소와 해안에 가까이 있어서 해수의 영향을 받는 습지 1개 지소가 포함되었으며, 유수역의 조사정점에도 1970년대 초반의 간척사업으로 원래 만의 입구였던 곳에 제방을 축조함으로써 형성된 하천들과 그 외에 바다로 통하는 해안가의 농수로 등 기수역의 특징을 나타내는 8개 지소가 포함되었다. 조사정점들 가운데 여름철 수량 고갈로 인하여 계류에 형성된 웅덩이 및 계류변에 위치하여 계류와 밀접한 연관이 있는 것으로 보이는 샘의 2개 조사정점은 편의상 유수역의 조사정점에 포함시켰다. 각 조사정점에서의 현장조사는 플랑크톤넷트(mesh no. 25)와 손그물(mesh no. 25) 및 빛을 이용한 야간유인채집기(light trap) 등을 이용하여 채집을 하는 한편, 수온과 수소이온농도(pH) 등의 이화학적 환경요인을 측정하였으며, 2차 조사시 기수역의 특징을 보이는 조사정점들에서는 이와 더불어 염도(salinity)를 측정하였다. 수온의 측정은 봉상수은온도계를 이용하였고 수소이온농도와 염도는 각각 휴대용 수소이온농도계(pH meter, LaMOTTE)와 운반형 염도계(salinity meter, YSI, model 33)를 이용하여 측정하였다. 채집된 재료는 현장에서 5% 포르말린용액에 고정하였으며, 실험실로 운반한 후 해부현미경(stereomicroscope, WILD M8)과 일반광학현미경(light microscope, Nikon)으로 관찰하였다. 종의 동정에는 물벼룩류의 경우 Yoon과 Kim(1987, 1992, 1993), Kim(1988), Smirnov (1971), Dumont와 Pensaert(1983), Tanaka와 Shigaki(1987), Korinek(1987) 및 Stifter(1991) 등의 문헌을 주로 참고하였으며, 요각류의 경우 Chang과 Kim(1986, 1992), Kim과 Chang(1989a), Chang(1993), Dussart(1967, 1969), Mizuno와 Miura(1984) 및 Shen(1979) 등의 문헌을 주로 참고하였다.

종들의 상관출현관계를 추론하기 위한 수리분석의 방법으로 Rohlf의 NTSYS-pc(Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) software(Version 1.50)를 사용하였는데, 서식처 형태별로 우점적으로 출현하였던 종들을 운영분류단위(OTU, operational taxonomic unit)로 하고 각 조사정점에서 종들의 출현유무에 따른 정성자료를 단위형질로 하여 자료행렬(data matrix)을 구성, 이것으로부터 유사지수행렬(similarity index matrix)을 구한 후, 평균분류적거리(average taxonomic distance)와 비가중평균결합(UPGMA,

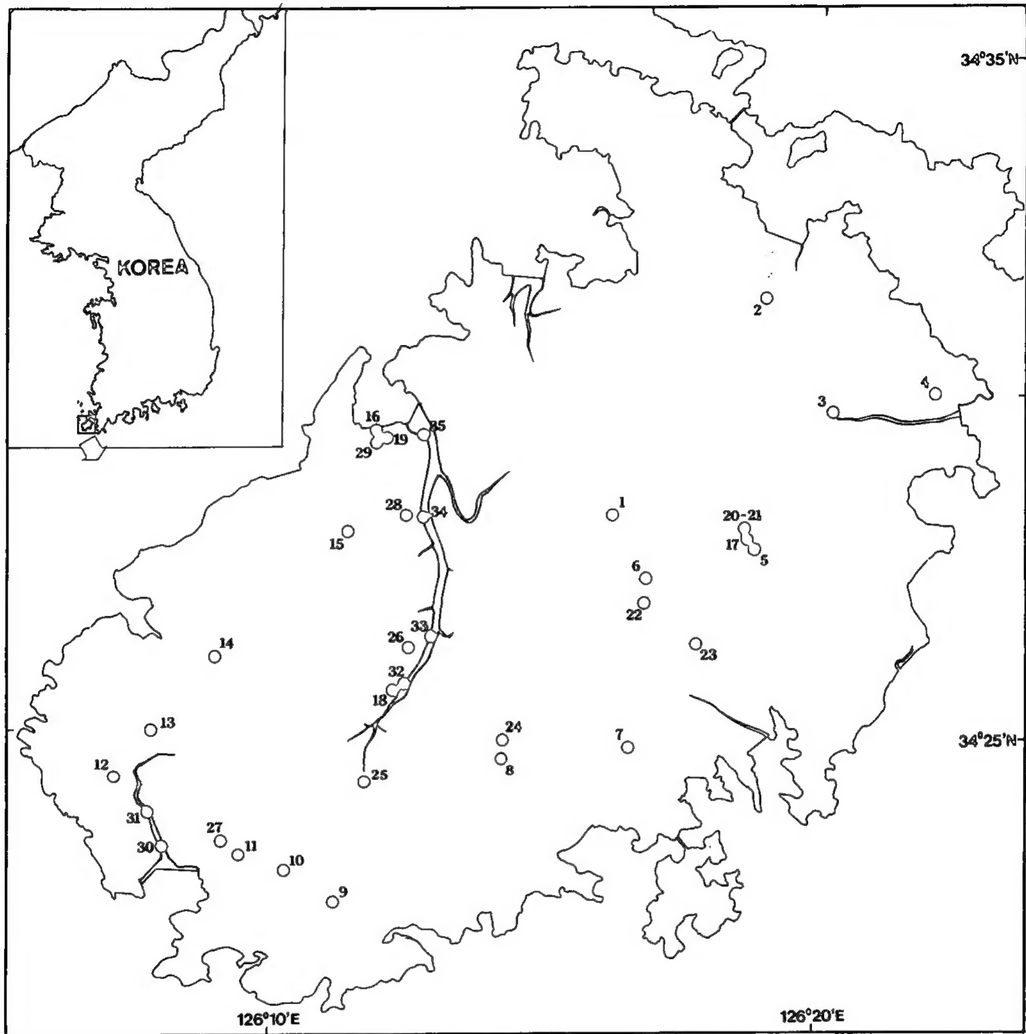


Fig. 1. Stations of the present study.

unweighted pair group methods using arithmetic averages)을 써서 집괴분석(cluster analysis)하였다.

본 연구에서 이용된 물벼룩류와 요각류의 모든 재료들은 서울대학교 자연대 분자생물학과에 보관되어 있다.

결과 및 고찰

1. 이화학적 환경요인

1-1. 수 온

7월 하순의 1차 조사시에는 계속된 가뭄으로 인한 수량의 고갈과 고온현상으로 인하여 조사정

점들에서 측정된 수온은 평균값이 32.8°C(n = 32)로 매우 높은 편이었는데, 유수역의 4개 조사정점을 제외한 나머지 조사정점들, 특히 모든 정수역의 조사정점들에서는 30°C 이상의 수온이 측정되었다(Table 1). 수온의 최대값은 임회면 석교리 석교고교 근처 하천(sta 25)에서 측정된 39.0°C였으며 최소값은 의신면 사천리 쌍계사 근처 샘(sta 20)에서 측정된 19.8°C였다. 11월 초순의 2차조사시의 수온은 전 조사정점에 걸쳐 10-20°C의 범위에서 비교적 고르게 측정되었는데(Table 1), 평균수온은 15.1°C(n = 34)였으며, 최대값은 고군면 내산리 마산저수지(sta 4)에서 측정된 19.4°C였고 최소값은 마구도 안쪽 하천의 지산면 송호리 다리 밑 정점(sta 31)에서 측정된 10.0°C였다.

수온만으로 볼 때, 본 조사의 1차조사 시기는 우리나라 여름철의 혹서기임을 알 수 있으며, 2차조사 시기는 전형적인 가을철에 해당됨을 알 수 있다.

1-2. 수소이온농도(pH)

1차 조사시의 수소이온농도, 즉 pH는 조사정점들에서 중성, 또는 알칼리성으로 나타났는데, 최소값이 측정되었던 의신면 사천리 쌍계사 근처 저수지(sta 5, pH 6.4)의 조사정점을 제외한 모든 조사정점들에서 7 이상의 값이 측정되었다(Table 1). 전체 조사정점들에서 측정된 pH의 평균값은 알칼리성인 8.6(n = 32)이었으며, 최대값은 고군면 내산리 마산저수지(sta 4)와 임회면 석교리 석교고교 근처 하천(sta 25)에서 측정된 10.3이었다. 2차 조사시에는 전 조사정점에서 pH가 7 이상의 값으로 측정되었는데, 최대값은 1차조사시와 마찬가지로 고군면 내산리 마산저수지(sta 4)에서 측정된 9.6이었으며, 최소값은 의신면 사천리 운림산방 내 연못(sta 17)과 지산면 송호리 농수로(sta 27)에서 각각 측정된 7.4였고, 평균값은 8.1(n = 34)로서 1차 조사시보다는 중성에 가까운 것으로 나타났으며 측정값의 변동의 폭도 줄어들었다.

일반적으로 알칼리성 수역으로 구분되는 pH 8 이상의 값을 보인 조사정점의 비율은 1차 조사시 전체의 65.6%에서 2차 조사시 44.1%로 감소하였고, 이들 대부분의 조사정점들에서 1차 조사시보다는 2차 조사시에 더 낮은 pH 측정값을 보였는데, 이는 안정된 담수역에서는 여름철에 높은 pH 값을 보인다는 pH의 일반적인 년주기 특성과 잘 부합되는 결과이다(Jeffries와 Mills, 1990). 특히 1차 조사시 pH 9 이상의 높은 알칼리도를 나타낸 조사정점이 많았던 것은 조사 당시 여러 조사정점들에서 오랜 가뭄으로 인한 수량의 저하와 고온현상에 따라 부영양화가 일어났던 것과 밀접한 관계가 있는 것으로 보이는데, 그 주원인이 이미 알려진 바와 같이 식물성플랑크톤에 의한 것인지(Jeffries와 Mills, 1990), 또는 남조류에 의한 것인지(Kang, 1993)는 명확하지 않다. 또한 1차 조사에 비해 수온이 많이 낮았던 2차 조사시에도 알칼리성 수역의 조사정점이 많았던 것은 특기할 만한 점이다.

1-3. 염도(salinity)

2차 조사시 조사정점들이 위치한 수계의 기원이나 그 지리적 조건을 고려하여 해수의 영향을 받거나 기수역의 특성을 보일 만한 11개의 조사정점들에서 측정한 염도의 결과는 0.1-21.0‰의 범위로 나타났다(Table 1). 기수역에 해당되는 염도의 범위를 0.5-32‰로 보았을 때(Pennak, 1978), 11개의 조사정점들 가운데 7개의 조사정점이 기수역인 것으로 나타났으며, 나머지 4개의 조사정점도 높은 염도를 보이는 담수역으로 확인되었다. 지산면 소포리의 간척사업으로 형성된 소포만 하천의 조사정점들(sta 32-35)에서는 그 위치에 관계없이 염도가 0.2-0.6‰의 범위로 측정되어 이곳이 거의 담수화되었고, 거의 비슷한 시기에 간척사업으로 조성된 지산면 송호리의 마구도 안쪽의 하천(sta 30-31, 2.9-3.1‰)에 비해 담수화가 많이 진행되었음을 알 수 있었다. 염도의 최대값이 측정된 조사정점은 지산면 소포리 해안가 제방 근처 습지(sta 16)로서 이곳에는 제방에 있는 수문을 통하여 해수의 유입이 이루어지고 있기 때문에 해수의 영향이 매우 크며, 그 정도도 시기에 따라 많은 차이가 있는 것으로 여겨진다.

Table 1. Values of environmental parameters for 35 stations of the present study.

No.	Date and environmental parameters / Station	July 23-25, 1994			November 1-3, 1994			
		Date	W.T. (°C)	pH	Date	W.T. (°C)	pH	Salinity (‰)
1	Namsan Res., Chindo-ŭp	July 23	32.9	9.9	Nov. 1	14.8	8.3	
2	Tunjŏn Res., Kunnae-myŏn	July 24	36.6	9.1	Nov. 3	14.1	7.5	0.1
3	Osan Res., Kogun-myŏn	July 24	34.5	9.0	Nov. 1	16.8	7.8	
4	Masan Res., Kogun-myŏn	July 24	37.8	10.3	Nov. 1	19.4	9.6	
5	A reservoir near Ssanggyesa, Ŭishin-myŏn	July 23	28.8	6.4	Nov. 1	15.0	7.5	
6	Sach'ŏn Res., Ŭishin-myŏn	July 23	33.9	9.8	Nov. 1	16.2	7.9	
7	Songjŏng Res., Ŭishin-myŏn	July 24			Nov. 1	18.0	9.1	
8	Yongsan Res., Imhoi-myŏn	July 25	34.0	10.1	Nov. 1	15.9	8.2	
9	Paektong Res., Imhoi-myŏn	July 23			Nov. 1	16.0	8.4	
10	Yŏndong Res., Imhoi-myŏn	July 23	34.0	8.8				
11	Naeyŏn Res., Imhoi-myŏn	July 24	30.0	8.5	Nov. 2	11.3	7.8	0.4
12	Shimdong Res., Chisan-myŏn	July 24	38.0	8.4	Nov. 2	15.5	8.1	
13	Pongam Res., Chisan-myŏn	July 24	35.0	8.9	Nov. 2	14.8	7.9	
14	Wau Res., Chisan-myŏn	July 24	37.0	8.7	Nov. 2	15.8	8.3	
15	Kilŭn Res., Chisan-myŏn	July 23	35.5	8.5	Nov. 2	16.5	9.1	
16	Swamp near bank along beach at Sop'o-ri, Chisan-myŏn	July 23	34.5	8.5	Nov. 2	17.2	7.8	21.0
17	A pond at Unrimsanbang, Ŭishin-myŏn	July 23	31.8	7.2	Nov. 2	13.8	7.4	
18	A pool near Naesamdang, Samdang-ri, Chisan-myŏn	July 23	31.3	9.0	Nov. 2	13.8	7.9	
19	ricefields at Sop'o-ri, Chisan-myŏn	July 23	33.0	8.5	Nov. 2	19.2	8.3	
20	A spring at Ssanggyesa, Ŭishin-myŏn	July 23	19.8	7.4	Nov. 1	14.0	7.9	
21	A streamlet in Ch'ŏmch'alsan, Ŭishin-myŏn	July 23	22.4	7.4	Nov. 1	14.2	7.7	
22	A stream below Sach'on Res., Ŭishin-myŏn	July 25	27.6	7.6	Nov. 1	13.7	7.5	
23	Oktaech'ŏn, Ŭishin-myŏn	July 25	28.2	7.7	Nov. 1	16.5	8.0	
24	A stream below Yongsan Res., Imhoi-myŏn	July 25	33.0	7.7	Nov. 1	16.2	8.4	
25	A stream near Sŏkkyo high school, Imhoi-myŏn	July 24	39.0	10.3	Nov. 1	15.2	9.1	
26	An irrigation ditch at Samdang-ri, Chisan-myŏn	July 23	32.0	7.9	Nov 2	13.2	7.9	1.0
27	An irrigation ditch at Songho-ri, Chisan-myŏn	July 24	31.0	7.5	Nov. 2	10.2	7.7	

Table 1. Continued.

No.	Station	July 23-25, 1994			November 1-3, 1994			
		Date	W.T. (°C)	pH	Date	W.T. (°C)	pH	Salinity (‰)
28	An irrigation ditch at Kogil-ri, Chisan-myŏn	July 24	32.3	7.8	Nov. 2	14.2	7.7	
29	An irrigation ditch near beach Sop'o-ri, Chisan-myŏn	July 23	34.0	7.7	Nov. 2	18.8	8.4	9.8
30	Downstream of a river on inside of Magudo (Yumokri, Chisan-myŏn)	July 24			Nov. 2	11.5	8.2	3.1
31	A river on inside of Magudo (below a bridge at Songho-ri, Chisan-myŏn)	July 24	38.0	8.9	Nov. 2	10.0	7.6	2.9
32	A river on inside of Sop'o Bay (near Naesamdang, Samdang-ri, Chisan-myŏn)	July 23	34.5	9.2	Nov. 2	13.0	7.7	0.6
33	A river on inside of Sop'o Bay (below Aengmu Bridge at Aengmu-ri, Chisan-myŏn)	July 23	33.0	9.9	Nov. 2	15.5	7.5	0.2
34	A river on inside of Sop'o Bay (opposite to Konyangnaesom, Kogil-ri, Chisan-myŏn)	July 23	33.8	9.7	Nov. 2	17.0	7.9	0.3
35	Downstream of a river on inside of Sop'o Bay (about 300 m up from Shuimi Bank)	July 23	32.7	9.6	Nov. 2	17.6	8.3	0.5

2. 분류목록

Superclass Crustacea Pennant, 1777 갑각상강
Class Branchiopoda Latreille, 1817 새각강
Order Ctenopoda Sars, 1865
Family Sididae Baird, 1850 긴꼬리물벼룩과
Genus *Diaphanosoma* Fischer, 1850 긴꼬리물벼룩속

1. *Diaphanosoma sarsi* Richard, 1894 남방긴꼬리물벼룩
2. *Diaphanosoma* sp.

Order Anomopoda Sars, 1865 이지목
Family Daphniidae Straus, 1820 물벼룩과
Genus *Daphnia* O.F. Müller, 1785 물벼룩속

3. *Daphnia galeata* Sars, 1864 유리물벼룩
4. *Daphnia obtusa* Kurz, 1874

Genus Ceriodaphnia Dana, 1853 민코물벼룩속

5. *Ceriodaphnia cornuta* Sars, 1885 뾰족코물벼룩

Genus *Simocephalus* Schoedler, 1858 시모물벼룩속
6. *Simocephalus vetulus* (O.F. Müller, 1776) 긴눈시모물벼룩
7. *S. serrulatus* (Koch, 1841) 털이마시모물벼룩
Genus *Scapholeberis* Schoedler, 1858 곱사등물벼룩속
8. *Scapholeberis mucronata* (O.F. Müller, 1785) 곱사등물벼룩
9. *Scapholeberis* sp.
Family Moinidae Goulden, 1968 모이나물벼룩과
Genus *Moina* Baird, 1850 모이나물벼룩속
10. *Moina macrocopa* (Straus, 1820) 모이나물벼룩
11. *M. weismanni* Ishikawa, 1896 시궁모이나물벼룩
Family Bosminidae Sars, 1865 긴뿔물벼룩과
Genus *Bosmina* Baird, 1845 긴뿔물벼룩속
12. *Bosmina longirostris* (O.F. Müller, 1785) 긴뿔물벼룩
Genus *Bosminopsis* Richard, 1895 긴뿔물벼룩붙이속
13. *Bosminopsis deitersi* Richard, 1895 긴뿔물벼룩붙이
Family Macrothricidae Norman and Brady, 1867 털물벼룩과
Genus *Echinisca* Liévin, 1848 침털물벼룩속
14. *Echinisca rosea* Liévin, 1848 침털물벼룩
Genus *Ilyocryptus* Sars, 1862 흙털물벼룩속
15. *Ilyocryptus agilis* Kurz, 1878 흙털물벼룩
16. *Ilyocryptus* sp. 1
17. *Ilyocryptus* sp. 2
Family Chydoridae Stebbing, 1902 씨물벼룩과
Subfamily Aloninae Frey, 1965 큰씨물벼룩아과
Genus *Alona* Baird, 1850 큰씨물벼룩속
18. *Alona rectangula* Sars, 1862 등근배큰씨물벼룩
19. *A. costata* Sars, 1862 줄무늬큰씨물벼룩
20. *A. guttata* Sars, 1862 오목배큰씨물벼룩
21. *Alona* sp.
Genus *Leydigia* Kurz, 1874 넓은배물벼룩속
22. *Leydigia ciliata* Gauthier, 1939 좁쌀줄무늬넓은배물벼룩
Genus *Monospilus* Sars, 1862 애꾸물벼룩속
23. *Monospilus dispar* Sars, 1862 애꾸물벼룩
Subfamily Chydorinae Frey, 1968 씨물벼룩아과
Genus *Alonella* Sars, 1862 육각무늬큰씨물벼룩속
24. *Alonella excisa* (Fischer, 1854) 육각무늬큰씨물벼룩
Genus *Chydorus* Leach, 1816 씨물벼룩속
25. *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1785) 둥근씨물벼룩
Genus Disparalona Fryer, 1968 짧은배씨물벼룩속
26. *Disparalona rostrata* (Koch, 1841) 짧은배씨물벼룩
Genus *Pleuroxus* Baird, 1843 긴코물벼룩속
27. *Pleuroxus hamatus* Birge, 1879 줄무늬긴코물벼룩

Class Copepoda Sars, 1886 요각강
Order Calanoida Sars, 1903 칼라누스목
Family Centropagidae Giesbrecht, 1892 갈고리노벌레과
Genus *Sinocalanus* Burckardt, 1913 황해노벌레속
28. *Sinocalanus tenellus* (Kikuchi, 1928) 각시노벌레
Family Pseudodiaptomidae Sars, 1903 나도노벌레과
Genus *Schmakeria* Poppe and Richard, 1890 매부리노벌레속
29. *Schmakeria inopius* (Burckhardt, 1913) 매부리노벌레
Order Harpacticoida Sars, 1903 하르팍티쿠스목
Family Ectinosomatidae Sars, 1903
Genus *Halectinosoma* Lang, 1948
30. *Halectinosoma* sp.
Family Canthocamptidae Sars, 1906 이족장수노벌레과
Genus *Canthocamptus* Westwood, 1836 이족장수노벌레속
31. *Canthocamptus carinatus* Shen and Sung, 1973 마루딱정장수노벌레
Genus *Bryocamptus* Chappuis, 1928 이끼장수노벌레속
32. *Bryocamptus* (*Limocamptus*) *hiemalis yunnanensis* Borutzky, 1952 이끼장수노벌레
Genus *Attheyella* Brady, 1880 털보장수노벌레속
33. *Attheyella byblis* Chang and Kim, 1993 두마디장수노벌레
34. *A. tetraspinosa* Chang, 1993 네가시장수노벌레
Genus *Elaphoidella* Chappuis, 1928
35. *Elaphoidella bidens* (Schmeil, 1894)
Family Cletodidae T. Scott, 1904
Genus *Limnocletodes* Borutzky, 1926
36. *Limnocletodes* sp.
Order Cyclopoida Sars, 1886 키클로프스목
Family Cyclopidae Sars, 1913 검물벼룩과
Genus *Macrocyclops* Claus, 1893 큰검물벼룩속
37. *Macrocyclops albidus* (Jurine, 1820) 맨송꼬리큰검물벼룩
38. *M. fuscus* (Jurine, 1820) 몽당꼬리큰검물벼룩
Genus *Eucyclops* Claus, 1893 톱니꼬리검물벼룩속
39. *Eucyclops serrulatus* (Lilljeborg, 1901) 톱니꼬리검물벼룩
40. *E. macruroides denticulatus* (Graeter, 1903) 잔니치레검물벼룩
Genus *Tropocyclops* Kiefer, 1927 남방검물벼룩속
41. *Tropocyclops prasinus* (Fischer, 1860) 녹두검물벼룩
Genus *Paracyclops* Claus, 1893 이형검물벼룩속
42. *Paracyclops fimbriatus* (Fischer, 1853) 이형검물벼룩
43. *P. affinis* (Sars, 1863) 근친이형검물벼룩
Genus *Ectocyclops* Brady, 1904 이방검물벼룩속
44. *Ectocyclops phaleratus* (Koch, 1838) 이방검물벼룩
Genus Cyclops O.F. Müller, 1776 검물벼룩속
45. *Cyclops vicinus vicinus* Uljanin, 1875 참검물벼룩

Genus *Megacyclops* Kiefer, 1927 코끼리검물벼룩속

46. *Megacyclops viridis* (Jurine, 1820) 코끼리검물벼룩

Genus *Diacyclops* Kiefer, 1927 맵시검물벼룩속

47. *Diacyclops crassicaudis cretensis* (Kiefer, 1928) 열두마디맵시검물벼룩

Genus *Microcyclops* Claus, 1893 꼬마검물벼룩속

48. *Microcyclops varicans* (Sars, 1863) 꼬마검물벼룩
49. *M. longiramus* Shen and Sung, 1965 긴꼬리꼬마검물벼룩

Genus *Cryptocyclops* Sars, 1927 유령검물벼룩속

50. *Cryptocyclops javanus* (Kiefer, 1929) 쟈바유령검물벼룩

Genus *Apocyclops* Lindberg, 1942

51. *Apocyclops* sp.

Genus *Mesocyclops* Sars, 1914 보통검물벼룩속

52. *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857) 보통검물벼룩
53. *M. pehpeiensis* Hu, 1943 갈고리보통검물벼룩

Genus Thermocyclops Kiefer, 1927 온난검물벼룩속

54. *Thermocyclops crassus* (Fischer, 1853) 유리온난검물벼룩
55. *T. taihokuensis* (Harada, 1931) 온난검물벼룩

본 조사에서는 물벼룩류가 2목에 걸쳐 6과 17속 27종, 요각류가 칼라누스, 하르팍티쿠스, 키클로프스의 3목에 걸쳐 6과 21속 28종 출현한 것으로 나타났는데, 이 가운데에는 신종후보 또는 종 수준까지 동정되지 않은 5종의 물벼룩류(*Diaphanosoma* sp., *Scapholeberis* sp., *Ilyocryptus* sp. 1, *Ilyocryptus* sp. 2, *Alona* sp.)와 3종의 요각류(*Halectinosoma* sp., *Limnocletodes* sp., *Apocyclops* sp.)가 포함되어 있다. 종 수준까지 동정되지 않은 3종의 요각류는 모두 한국 미기록 속의 종들이다.

위의 분류목록에서 물벼룩류 가운데 *Daphnia obtusa* Kurz, 1874는 한국에서 처음으로 보고되는 종으로서 그 형태가 국내 기록종인 참물벼룩(*Daphnia pulex* Leydig, 1860)과 매우 유사한데, 과거 중국이나 일본 등지의 극동아시아지역의 연구들에서는 빈번히 참물벼룩으로 오동정되었던 종이다(Chiang과 Du, 1979; Tanaka와 Shigaki, 1987). 지금까지 국내에서는 긴꼬리물벼룩 속(*genus Diaphanosoma*)에서 3종이 알려져 있는데(Yoon과 Kim, 1987; Kim, 1988), 본 연구의 *Diaphnosoma* sp.는 기존의 국내 기록종들과 제2촉각(2nd antenna)의 기절(basipod)의 구조 및 갑각 배쪽 가장자리의 강모열 및 가시열의 구조 등에서 뚜렷한 차이를 보이고 있고, 전반적인 형태가 러시아의 아무르강에서 기록된 *Diaphanosoma dubia* Mauilova, 1964와 매우 유사하다(Manuilova, 1964). 그러나 최근의 연구에 의하면 과거 여러 지역, 특히 아시아지역에서 기록된 긴꼬리물벼룩류 대부분의 종들에 대한 재검토가 필요한 상태이므로(Korinek, 1987), 본 연구에서 다룬 종의 정확한 명세를 밝히는 데에는 별도의 면밀한 연구가 필요하다. 곱사등물벼룩 속(genus *Scapholeberis*)의 1종인 *Scapholeberis* sp.는 *Scapholeberis kingi* Sars, 1888 및 *Scapholeberis rammneri* Dumont and Pensaert, 1983와 형태적으로 매우 유사한데, 이 속의 종들 또한 동정에 많은 혼동이 있어서(Dumont와 Pensaert, 1983), 이 종의 정확한 동정을 위해서는 중국이나 일본에서 기록된 같은 속의 종들에 대한 검토와 더불어 보다 자세한 연구가 필요하다. 흙털물벼룩속(*genus Ilyocryptus*)의 *Ilyocryptus* sp. 1은 *Ilyocryptus cuneatus* Stifter, 1988와 유사하지만 별도의 검증작업이 필요한데, 아직까지 *Ilyocryptus cuneatus*의 분포범위는 불확실하지만 과거 아시아지역, 특히

중국에서 *Ilyocryptus sordidus* Lievin, 1848로 동정되어 기록되었던 종들의 대부분이 실재로는 *Ilyocryptus cuneatus*의 오동정이었을 것으로 추정되고 있으며(Stifter와의 개인적인 서신에 의함), *Ilyocryptus* sp. 2는 같은 속의 기존의 기록종들과 매우 다른 형태를 보여 신종일 것으로 생각되는 종이다. 큰씨물벼룩 속(*genus Alona*)의 *Alona* sp.는 기존의 기록종들 가운데 육수학적 연구들(Sato, 1940; Ueno, 1941)을 통해 국내에서도 기록되었던 *Alona quadrangularis* (O.F. Müller, 1785)와 전체적인 형태에서 매우 유사하지만 몇 가지 주요한 형질에서 뚜렷한 차이를 보여 신종으로 추정되는 종이다.

요각류 가운데 *Elaphoidella bidens* (Schmeil, 1894)는 한국에서 처음으로 보고되는 종이고, Shen(1979)에서 인용된 *Elaphoidella coronata* (Sars, 1904) 및 *E. bidens coronata*와 같은 종이다(Dussart와 Defaye, 1990). 과거 중국, 일본 등지에서 보고되었고(Shen, 1979; Mizuno와 Miura, 1984), 국내의 육수생태학적 조사목록 중에 기록되었던 *Thermocyclops hyalinus* (Rehberg, 1880)는 *T. crassus* (Fischer, 1854)의 동종이명이다(Dussart와 Defaye, 1985; Kim 과 Chang, 1989a). 기수성 하르팍티쿠스류의 *Limnocletodes* sp.는 황해와 인접한 중국 중남부의 하천에서 보고된 *L. angustodes* Shen and Tai, 1963과 유사하고, *Halectinosoma* sp.는 신종인 것으로 믿어지며, 기수성 검물벼룩류인 *Apocyclops* sp.는 남방성 종인 *A. royi* (Lindberg, 1940)와 매우 유사한데, 추후 별도의 세밀한 대조, 검증작업과 문헌검토를 필요로 한다.

3. 서식처별 출현양상

3-1. 정수역

3-1-1. 저수지

1차 조사시기인 7월의 진도에서는 오랜 가뭄과 계속된 고온현상으로 인하여 모든 저수지에서 수량이 극히 저하된 상태였는데, 거의 고갈되어 바닥을 드러낸 저수지도 있었고 부영양화의 징후가 뚜렷한 곳이 많았다. 이에 따라 조사된 15개의 저수지(sta 1-15)에서는 물벼룩류와 요각류의 종류상이 단순하였으며, 의신면 사천리 쌍계사 근처 저수지(sta 5)와 지산면 길은리 길은저수지(sta 15)의 2개 조사정점에서는 물벼룩류나 요각류 모두 종의 출현을 전혀 확인할 수 없었다(Table 2, 3).

1차 조사시 저수지에서는 총 13종의 물벼룩류가 출현하였는데(Table 2), 대부분의 저수지에서 우점하였던 종은 부유성 종으로서 긴꼬리물벼룩류의 1종인 *Diaphanosoma* sp.였다. 이 종은 아직까지 국내에서 기록된 바 없지만 진도에서의 이 종의 출현양상에 비추어 볼 때 한반도의 보다 넓은 지역에 분포하고 있는 것으로 생각되며, 수온이 많이 떨어진 본 연구의 2차 조사시에도 종의 출현이 지속되고 있는 것으로 보아 광온성 종일 것으로 여겨진다. 한편, 군내면 둔전리 둔전저수지(sta 2)에서는 과거 Kim(1988)이 1986년 7월에 강원도 고성군 송지호 동쪽 해변의 습지에서 채집하여 보고하였던 남방긴꼬리물벼룩(*Diaphanosoma sarsi*)이 1차 조사시 출현하였는데, 과거의 기록과 함께 조사정점인 둔전저수지가 해안에 조성되어 바다와 수로를 통하여 연결되고 있다는 점으로 미루어 볼 때 우리나라에서는 이 종의 분포가 여름철에 해수의 영향이 있는 곳, 즉 주로 기수역을 중심으로 이루어지고 있을 것으로 추측할 수 있다. 부유성 종으로서 *Diaphanosoma* sp.와 더불어 긴뿔물벼룩(*Bosmina longirostris*)이 몇 개의 저수지에서 높은 밀도로 출현하였으나 그 출현은 조사정점에 따라 매우 제한적이었고, 그 외의 다른 부유성 물벼룩류는 서식을 거의 확인할 수 없었다. 저서성 종들인 털물벼룩류(family Macrothricidae)와 씨물벼룩류(family Chydoridae)는 가뭄에도 불구하고 수량이 계속 유지되어 호안에 수초가 생장하고 있었던 저수지들에서 주로 출현하였는데, 고군면 오산리 오산제(sta 3)와 임회면 용호리

Table 2. Occurrence of cladocerans for 19 stations of lentic habitats of the present study.

Species / No. of station / Date	July 23-25, 1994																			November 1-3, 1994																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Diaphanosoma sarsi		+																																				
Diaphanosoma sp.	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+			+			+		+			+	+	+	+			+			+				
Daphnia galeata																						+						+										
Daphnia obtusa																																			+		+	
Ceriodaphnia cornuta																											+											
Simocephalus vetulus																		+				+				+				+	+			+	+		+	
Scapholeberis mucronata		+																																				
Scaholeberis sp.				+														+												+							+	
Moina macrocopa																			+																			+
M. weismanni																+	+						+	+		+	+									+		
Bosmina longirostris									+	+			+							+		+			+	+	+	+			+	+	+	+				
Bosminopsis deitersi																				+		+		+	+								+					
Echinisca rosea											+																											
Ilyocryptus agilis						+		+			+																											
Ilyocrytus sp. 1			+																																			
Alona rectangula			+					+			+	+	+					+		+	+	+	+		+			+			+	+	+					
A. costata																					+	+	+							+		+					+	
Leidigia ciliata		+																																				
Monospilus dispar			+							+																												
Alonella excisa																									+													
Chydorus sphaericus										+	+							+			+	+		+	+		+	+		+	+	+	+	+			+	
Disparalona rostrata			+			+		+		+												+			+		+	+										
Pleuroxus hamatus																																	+					

Table 3. Occurrence of copepods for 19 stations of lentic habitats of the present study.

Date	July 23-25, 1994																			November 1-3, 1994																		
Species / No. of station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Sinocalanus tenellus																															+							
Halectinosoma sp.																+																						
Canthocamptus carinatus																					+	+	+	+	+		+											
Elaphoidella bidens			+										+																									
Limnocetodes sp.																+																			+			
Macrocyclops albidus			+																																			
Eucyclops serrulatus		+					+		+		+		+					+		+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+			+	+	
Tropocyclops prasinus																								+											+	+		
paracyclops fimbriatus																									+	+												+
Ectocyclops phaleratus																															+							
Cyclops vicinus vicinus																				+		+	+		+	+	+											
Megacyclpos viridis											+							+	+																		+	
Diacyclops crassicaudis cretensis																								+														
Microcyclops varicans		+									+		+					+				+								+								
M. longiramus																			+																			
Apocyclops sp.																+																			+			
Mesocyclops leuckarti			+								+		+				+		+			+	+	+						+	+					+		+
M. pehpeiensis		+														+		+		+										+					+		+	
Thermocyclops crassus		+						+								+	+			+	+	+					+										+	
T. taihokuensis	+	+	+			+	+	+	+	+	+		+	+			+		+	+			+	+	+	+	+											+

용산제(sta 8), 임회면 연동리 연동제(sta 10) 및 임회면 연동리 내연제(sta 11)와 같은 조사정점들에서 비교적 다양한 종들이 채집되었다. 비교적 여러 조사정점에서 출현한 저서성 종들은 사각배큰씨물벼룩(*Alona rectangula*)과 짧은배씨물벼룩(*Disparalona rostrata*)이며, 다양한 담수서식처에서 년중 고르게 출현하는 저서성 물벼룩으로 알려진 둥근씨물벼룩(*Chydorus sphaericus*)은 단지 2개의 조사정점(sta 10, 11)에서만 서식이 확인되었다. 부유성 종들과 저서성 종들이 모두 포함되어 있는 물벼룩과(family Daphniidae)와 모이나물벼룩과(family Moinidae)의 종들은 거의 모든 조사정점에서 관찰되지 않았다.

한편 7월의 저수지에서는 총 9종의 요각류가 채집되었는데(Table 3), 모든 저수지에서 공통적으로 우점한 온난검물벼룩(*T. taihokuensis*)은 Harada가 1931년 대만의 논에서 신종으로 발표한 이래(Harada, 1931), 동아시아(한국, 중국, 일본)의 각종 담수역에서 봄에서 가을까지, 특히 여름철에 높은 서식밀도를 나타내는 것으로 알려진 종으로서, 양어장에서는 魚苗를 해치는 해충으로 보고된 바 있다(Shen, 1979). 이 종은 여름철에 우리나라의 거의 모든 논과 저수지, 물웅덩이, 하천에서 흔하게 채집되는 종이다(Kim과 Chang, 1989a). 이밖에 부식질이 많은 오염된 환경에서 강한 내성을 보이는 톱니꼬리검물벼룩(*Eucyclops serrulatus*)을 비롯하여, 꼬마검물벼룩(*Microcyclops varicans*), 갈고리보통검물벼룩(*Mesocyclops pehpeiensis*), 맨숭꼬리큰검물벼룩(*Macrocyclops albidus*) 등이 저수지변의 부식질이 많은 곳에서 채집되었다.

2차 조사시기인 11월 초에는 모든 저수지들에서 수량이 많이 회복되어 있었으며, 거의 모든 조사정점들에서 1차조사에 비해 물벼룩류와 요각류의 종류상이 풍부해져 있었다(Table 2, 3).

물벼룩류의 경우 총 14종의 출현이 확인되었는데(Table 2), 1차 조사시에 거의 모든 저수지들에서 우점하였던 *Diaphanosoma* sp.가 2차 조사시에도 여러 조사정점들에서 우점적으로 출현하고 있었으며, 이 종과 더불어 긴뿔물벼룩이 많은 저수지들에서 부유성 종들 가운데 우점종이 되고 있었다. 그 외의 부유성 종으로서 1차 조사시 전혀 채집되지 않았던 유리물벼룩(*Daphnia galeata*), 시궁모이나물벼룩(*Moina weismanni*), 긴뿔물벼룩붙이(*Bosminopsis detersi*) 등이 수 개의 저수지들에서 출현하였으며, 부식질이 많은 수초 틈과 같은 환경을 선호하는 긴눈시모물벼룩(*Simocephalus vetulus*)이 여러 저수지에서 채집되었는데 이 종 또한 7월의 저수지에서는 서식을 확인할 수 없었던 종이다. 저서성 물벼룩류 가운데 1차 조사시 채집되었던 3종의 털물벼룩류는 모든 조사정점에서 확인할 수 없었던 반면, 씨물벼룩류는 조사된 거의 모든 저수지들에서 종류상과 생물상이 증가하였는데, 7월과 마찬가지로 사각배큰씨물벼룩이 많은 저수지에서 출현하고 있었으나 상대적으로 그 밀도가 감소한 데 비해 대부분의 조사정점에서 둥근씨물벼룩이 우점종이 되고 있었으며, 1차 조사시 전혀 채집되지 않았던 줄무늬큰씨물벼룩(*Alona costata*)이 여러 저수지에서 높은 밀도로 출현하였다.

요각류는 11월에 출현종수가 13종으로 증가하였고, 조사된 모든 저수지의 가장자리에서 톱니꼬리검물벼룩(*E. serrulatus*)이, 부유성 종으로서는 참검물벼룩(*Cyclops vicinus vicinus*)이 각각 우점하였다. 대신 온난검물벼룩(*T. taihokuensis*)은 7월에 비해 그 개체수 및 출현빈도에서 격감하였고, 이에 반해 유리온난검물벼룩(*T. crassus*)은 다소 증가하였다. 하르팍티쿠스류는 여름철에 낮은 빈도로 출현하였던 *Elaphoidella bidens*가 가을철에는 전혀 채집되지 않았으나 이와는 반대로 마루딱정장수노벌레(*Canthocamptus carinatus*)가 가을철 조사시에 새로이 출현하였다.

3-1-2. 습지 및 웅덩이

본 연구의 조사정점들 가운데 습지로서는 유일한 지산면 소포리 해안가 제방 근처 습지(sta 16)는 해안에 가까이 있어서 수로 등을 통하여 이곳으로 유입되는 담수의 량에 따라 염도 등 환경의 변화가 심한 곳으로 생각되는데, 가뭄으로 인해 담수의 유입이 적었던 7월의 조사시에는 물

벼룩류로서 기수역에서도 분포하는 것으로 알려진(Yoon과 Kim, 1992) 시궁모이나물벼룩 1종만이 낮은 밀도로 출현하였으며, 요각류로는 *Halectinosoma* sp., *Limnocletodes* sp. 및 *Apocyclops* sp.와 같은 기수종들과 갈고리보통검물벼룩(*Mesocyclops pehpeiensis*) 및 유리온난검물벼룩과 같은 담수종들이 함께 채집되었다. 11월의 조사에서는 물벼룩류로서 *Daphnia obtusa*와 긴눈시모물벼룩의 순담수종 2종만이 소수 채집되었는데, 이 종들은 수로 등을 통하여 담수와 함께 유입되었던 것으로 생각되며, 요각류들은 7월의 조사에서와 마찬가지로 *Limnocletodes* sp.와 *Apocyclops* sp.의 기수종들과 녹두검물벼룩(*Tropocyclops prasinus*) 및 갈고리보통검물벼룩과 같은 담수종들이 함께 출현하였다(Table 2, 3).

지산면 삼당리 내삼당 근처 웅덩이(sta 18)의 조사정점은 7월이나 11월 모두 계절에 관계없이 거의 일정한 수량이 유지되고 있었는데, 부식질이 많은 소형수역에서 흔히 나타나는 긴눈시모물벼룩, *Scapholeberis* sp. 및 둥근씨물벼룩 등의 물벼룩들과 톱니꼬리검물벼룩, 코끼리검물벼룩(*Megacyclops viridis*), 및 보통검물벼룩(*Mesocyclops leuckarti*) 등의 요각류들이 2회의 조사에 걸쳐 모두 채집되었다. 그러나 7월에 높은 밀도로 출현하였던 사각배큰씨물벼룩이 11월 조사에서 출현하지 않은 반면, 물벼룩류 *Daphnia obtusa*와 유리온난검물벼룩이 11월 조사에서 새로이 채집되었다(Table 2, 3).

3-1-3. 연못

의신면 사천리 운림산방 내의 연못(sta 18)은 종조성이 매우 단순하였다. 7월에는 시궁모이나물벼룩이 온난검물벼룩과 함께 우점하였고 여기에 긴꼬리물벼룩류의 1종인 *Diaphanosoma* sp., 유리온난검물벼룩, 보통검물벼룩이 소수 출현하였는데, 11월에는 시궁모이나물벼룩 외에 녹두검물벼룩, 보통검물벼룩 및 톱니꼬리검물벼룩이 극소수 출현할 뿐이었다(Table 2, 3).

3-1-4. 논

지산면 소포리 논(sta 19)의 조사정점에서는 물벼룩류로서 모이나물벼룩(*Moina macrocopa*) 1종만이 7월과 11월의 2회의 조사에 걸쳐 높은 밀도로 출현하였다. 요각류로서는 보통검물벼룩과 온난검물벼룩이 여름철과 가을철에 모두 채집되었고, 코끼리검물벼룩과 긴꼬리꼬마검물벼룩(*Microcyclops longiramus*)은 여름철 조사에서만, 이형검물벼룩(*Paracyclops fimbriatus*)은 가을철 조사에서만 각각 출현하였다. 요각류에서 여름철의 우점종은 온난검물벼룩이었으며, 가을철의 우점종은 이형검물벼룩이었다(Table 2, 3).

3-2. 유수역

3-2-1. 계류 및 주변 서식처

의신면 사천리 쌍계사 근처의 샘(sta 20)의 조사정점은, 과거에는 이 샘의 물을 가두어 절에서 식수로 이용하였으나 최근에는 사용을 하지 않고 있는 곳으로서, 물벼룩류로서는 저서성 종인 *Alona* sp. 1종만이 2회의 조사에서 모두 극히 낮은 밀도로 출현하였다(Table 4). 요각류는 2회의 조사에 걸쳐 총 8종이 출현하였는데(Table 5), 네가시털보장수노벌레(*Attheyella tetraspinosa*), 두마디털보장수노벌레(*A. byblis*), 녹두검물벼룩 등이 출현하여 이 샘이 주위의 계류와 밀접하게 연관되어 있다는 것을 알 수 있다. 네가시털보장수노벌레는 정선군 구절리 노추산 기슭의 샘과 월출산 계류에서 신종으로 기재된 이후(Chang, 1993) 첫 보고이고, 두마디털보장수노벌레는 한국과 일본의 계류와 샘에서 최근들어 빈번하게 보고되고 있는 종이다(Chang과 Kim, 1992; Chang, 1993). 이밖에도 우리나라의 우물에서 흔히 출현하는 톱니꼬리검물벼룩, 이형검물벼룩, 보통검물벼룩 등이 함께 채집되었는데, 이 종들은 지표수로부터 2차적으로 서식처를 넓힌 종들이다.

의신면 사천리 첨찰산 계류(sta 21)는 7월의 1차 조사시 가뭄으로 인해 수량이 고갈되어 하상이 완전히 드러나 있었고, 하상의 여기 저기에 웅덩이가 형성되어 있었다. 2차 조사시에는 여전

히 수량은 저하되어 있는 상태였으나 하상의 일부분을 점하며 작은 계류가 흐르고 있었다. 이곳에서출현한 물벼룩류는 이웃한 조사정점인 샘(sta 20)에서와 마찬가지로 저서성 종인 *Alona* sp. 가 2회의 조사에서 모두 극히 낮은 밀도로 출현하였으며, 이와 함께 7월의 계류웅덩이에서는 *Ilyocryptus* sp. 2가 소수 채집되었다(Table 4). 요각류는 1차 조사시에는 물벼룩류의 경우처럼 인근의 샘(sta 20)에서 출현하였던 네가시털보장수노벌레, 맨숭꼬리큰검물벼룩 및 녹두검물벼룩의 3종과 함께 이끼장수노벌레(*Bryocamptus hiemalis yunnanensis*)가 채집되었으나 2차 조사시에는 전혀 종의 서식을 확인할 수 없었다(Table 5).

3-2-2. 하천 및 농수로

본 연구에서 조사한 하천과 농수로의 조사정점들은 서론에서 밝힌 바와 같이 담수역과 기수역을 포함하고 있는데, 하천의 순담수역의 조사정점으로는 계류로부터 흘러 온 물이 각각 크고 작은 저수지들을 거쳐서 다시 하천을 이루어 흐르고 있는 4개의 하천의 정점들(sta 22-25)이 있으며, 기수역 또는 정도의 차이는 있지만 순담수역에 비해 염도가 높거나 해수의 영향이 있는 것으로 생각되는 곳으로서 진도의 남서쪽 임회면 마구도 안쪽에 간척사업으로 형성된 하천의 2개 조사정점(sta 30, 31) 및 진도의 북서쪽 소포만의 안쪽에 간척사업으로 형성된 하천의 4개 조사정점이 있다. 농수로의 조사정점에도 순담수역(sta 27, 28) 뿐만이 아니라 간척지의 하천과 통해있는 곳(sta 26) 및 해수의 영향을 받는 곳(sta 29)이 포함되었다. 1차 및 2차 조사시 거의 모든 조사정점들에서 수량의 큰 변동이 없이 일정한 수위가 유지되고 있었는데, 2회의 조사를 통하여 진도의 하천과 농수로에서는 물벼룩류 18종, 요각류 21종의 출현이 확인되었다(Table 4, 5).

물벼룩류는 유속이 있음으로 인하여 대부분의 조사정점들에서 서식밀도가 낮은 편이었고, 종의 출현은 조사정점들에 따라 변동이 심하였는데, 1차 조사시에는 *Diaphanosoma* sp., 시궁모이나물벼룩, 긴뿔물벼룩 등의 부유성 종들과 수초틈이나 부식질이 많은 곳에 서식하는 긴눈시모물벼룩을 비롯한 물벼룩과(family Daphniidae)의 종들의 출현이 상대적으로 빈번하였으며, 저서성 종들의 출현은 극히 제한적이었다. 2차 조사에서는 부유성 종들 가운데 *Diaphanosoma* sp. 가 전혀 출현하지 않은 대신에 긴뿔물벼룩과 긴뿔물벼룩붙이가 여러 조사정점들에서 우점적이었으며, 저서성 종들의 출현과 밀도는 1차 조사시에 비해 대체적으로 증가하였는데, 특히 둥근씨물벼룩은 거의 대부분의 조사정점에서 우점종이 되고 있었다. 한편, 저수지에서와 마찬가지로 물벼룩류 가운데 기수역에서도 분포하는 종들인 남방긴꼬리물벼룩과 시궁모이나물벼룩의 2종은 소포만 안쪽 하천의 조사정점들(sta 32-34)에서 2회의 조사에 걸쳐 계속 출현하였다(Table 4).

요각류의 경우 담수역에서는 거의 모든 조사정점들에서 종조성이 유사하였다. 하천변이나 농수로와 같이 유속이 있고 부식질이 많은 곳에서는 2회의 조사에 걸쳐 갈고리보통검물벼룩과 톱니꼬리검물벼룩이 빈번하게 출현하였고, 이밖에도 꼬마검물벼룩과 온난검물벼룩이 여러 지소에서 출현하였다. 기수역의 조사정점들에서는 1차 조사시 *Limnocletodes* sp., *Halectinosoma* sp. 등의 기수종이 출현하였고, 2차 조사시에는 각시노벌레(*Sinocalanus tenellus*)와 매부리노벌레(*Schmackeria inopius*) 등의 기수에 서식하는 칼라누스류가 채집되었다. 2차 조사시 대부분의 하천수계에서는 마루딱정장수노벌레(*Canthocamptus carinatus*)가 출현하였으며, 저수지에서와 마찬가지로 7월에 비해 11월의 시료에서는 유리온난검물벼룩(*T. crassus*)의 빈도가 증가하는 대신 온난검물벼룩(*T. taihokuensis*)의 빈도는 감소하였다(Table 5).

4. 물벼룩류와 요각류의 상관출현성(co-occurrence)

담수산 물벼룩류와 요각류 각 종들이 시기나 장소에 따른 출현성에 있어서 어떤 종과 어느 정도 서로 상관되어 있는 가를 상대적으로 비교해 보기 위하여 다음과 같이 2가지 서식처를 구별하여 종의 출현성에 대한 집괴분석을 하였다.

Table 4. Occurrence of cladocerans for 16 stations of lotic habitats of the present study.

Species (Date / No. of station)	July 23-25, 1994																November 1-2, 1994															
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Diaphanosoma sarsi														+		+														+		
Diaphanosoma sp.							+		+			+	+			+																
Ceriodaphnia cornuta									+																						+	
Simocephalus vetulus						+					+	+											+	+			+	+	+			
S. serrulatus					+																+											
Scapholeberis mucronata									+																							
Scapholeberis sp.						+					+	+	+																+	+		
Moina macrocopa											+	+															+					
M. weismanni									+					+	+						+									+	+	+
Bosmina longirostris							+		+							+			+	+	+									+	+	+
Bosminopsis deitersi																				+					+				+	+	+	+
Ilyocryptus agilis																+							+								+	
Ilyocryptus sp. 2		+																														
Alona rectangula																+								+					+			
A. costata																			+				+	+					+			
A. guttata					+																+											
Alona sp.	+	+															+	+														
Alonella excisa					+																											
Chydorus sphaericus				+	+							+	+						+	+	+		+	+			+	+	+	+	+	+
Dsparalona rostrata																														+		

Table 5. Occurrence of copepods for 16 stations of lotic habitats of the present study.

Species / No. of station / Date	July 23-25, 1994																November 1-2, 1994															
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Sinocalanus tenellus																											+	+				
Schmakeria inopius																											+	+				
Halectinosoma sp.															+	+																
Canthocamptus carinatus																					+	+						+	+	+	+	+
Bryocamptus hiemalis yunnanensis		+			+																											
Attheyella byblis	+																															
A. tetraspinosa	+	+															+															
Limnocletodes sp.															+	+																
Macrocyclops albidus	+	+																				+										
M. fuscus																					+											
Eucyclops serrulatus				+	+	+	+			+	+	+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
E. macruroides denticulatus																															+	
Tropocyclops prasinus	+	+															+				+											
Paracyclops fimbriatus	+																+															
P. affinis															+																	
Ectocyclops phaleratus													+				+				+											
Cyclops vicinus vicinus																														+		
Megacyclops viridis												+																				
Microcyclops varicans				+	+	+						+	+			+				+	+	+			+				+		+	
M. longiramus							+		+	+																						
Cryptocyclops javanus				+																												
Mesocyclops ieuckarti	+																															
M. pehpeidensis				+		+	+	+	+	+	+	+				+				+			+	+	+		+	+	+			
Thermocyclops crassus												+	+							+									+	+		+
T. taihokuensis				+			+	+	+	+	+	+	+		+	+					+		+						+	+		+

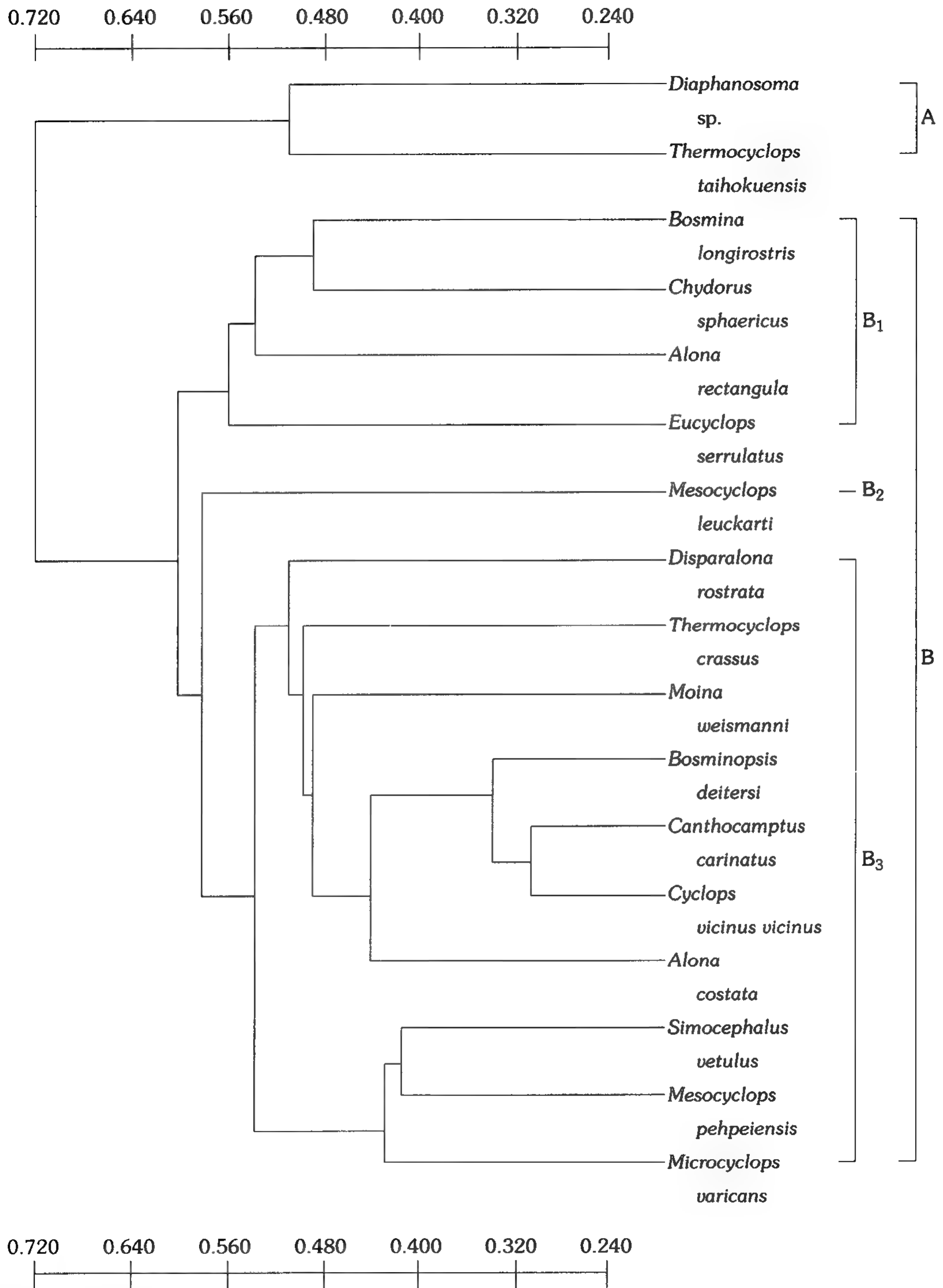


Fig. 2. Clustering of 17 cladocerans and copepods on the basis of their occurrence in the lentic habitats, using average taxonomic distance and UPGMA.

4-1. 정수역

본 연구의 2회에 걸친 조사를 통하여 정수역의 여러 조사정점들에서 출현하였고 각 조사정점에서 우점적으로 출현하였던 17종(물벼룩류 9종, 요각류 8종)을 대상으로 각 조사정점에서의 종들의 출현양상을 자료화하여 집괴분석한 결과 Fig. 2와 같은 수지도(dendrogram)를 얻었다.

수지도에 나타난 바와 같이 17종은 거리값(distance value) 0.65를 기준으로 하였을 때 2개의 표현군(phenon)으로 나뉘어지는데(Fig. 2), 이때 하나의 표현군(표현군 A)에 물벼룩류와 요각류가 각각 1종씩 속하고 있으며 나머지 15종은 다른 표현군(표현군 B)에 속하고 있다.

본 조사에서 드러난 종들의 출현양상에 근거하여 표현군들의 특징을 살펴보면, 수지도의 표현군 A는 거의 모든 형태의 정수역 서식처에서 출현하면서 가을철보다는 여름철에 높은 빈도를 나타내는 종들임을 알 수 있는데, 표현군 A를 이루고 있는 긴꼬리물벼룩류 *Diaphanosoma* sp.와 온난검물벼룩(*Thermocyclops taihokuensis*)은 모두 본 연구의 1차 조사시 대부분의 정수역 조사정점들에서 우점하였던 부유성 종들로서 2차 조사시에도 비교적 여러 저수지의 조사정점들에서 출현하였으나 그 빈도나 생물량이 급격히 감소하였던 종들이다. 이에 대하여 표현군 B는 대체적으로 여름철보다는 가을철에 높은 출현빈도를 보이는 종들로 구성됨을 알 수 있다(Table 2, 3).

한편, 표현군 B는 거리값 0.60을 기준으로 하였을 때 다시 3개의 표현군(B_1, B_2, B_3)으로 나뉘어 지는데, 이때 표현군 B_1은 3종의 물벼룩류와 1종의 요각류로, 표현군 B_2는 요각류 1종만으로, 표현군 B_3는 나머지 10종의 물벼룩류 및 요각류로 각각 구성된다.

표현군 B_1을 구성하는 종들은 거의 모든 형태의 정수역 서식처에서 출현하면서 여름철보다는 가을철에 높은 빈도를 보이는 출현특성을 갖고 있는 종들로서, 본 조사에서 긴뿔물벼룩(*Bosmina longirostris*), 둥근씨물벼룩(*Chydorus sphaericus*), 사각배큰씨물벼룩(*Alona rectangula*) 및 톱니꼬리검물벼룩(*Eucyclops serrulatus*)과 같은 4종은 1차 및 2차 조사에서 모두 출현하였으나 1차 조사에 비해 2차 조사에서 현저히 출현빈도가 증가하여 여러 조사정점들에서 채집된 종들이다. 이에 비하여 표현군 B_2를 구성하는 보통검물벼룩(*Mesocyclops leuckarti*)은 표현군 B_1에 속하는 종들에 비해 상대적으로 출현빈도가 낮고, 다양한 서식처에서 산발적으로 출현하며, 계절적인 차이가 뚜렷하지 않다는 점에서 구별된다. 이 두 표현군들과는 달리 표현군 B_3을 구성하는 종들은 서식처의 종류 및 상태에 따라 제한적으로 출현하여 상대적으로 출현빈도가 낮은 종들과 여름철에 거의 출현하지 않다가 가을철에 종의 출현빈도가 급증하는 출현특성을 보이는 종들로서, 본 연구에서 짧은배씨물벼룩(*Disparalona rostrata*)과 유리온난검물벼룩(*Thermocyclops crassus*), 꼬마검물벼룩(*Microcyclops varicans*) 및 갈고리보통검물벼룩(*Mesocyclops phepeiensis*)과 같은 종들은 여름철에 비해 가을철에 출현빈도가 높은 경향을 보이기는 하였지만 2회의 조사를 통하여 단지 몇 개의 조사정점에서만 선택적으로 출현하였으며, 시모긴눈물벼룩(*Simocephalus vetulus*), 시궁모이나물벼룩(*Moina weismanni*), 긴뿔물벼룩붙이(*Bosminopsis detersi*) 및 줄무늬큰씨물벼룩(*Alona costata*)과 같은 4종의 물벼룩류와 마루딱정장수노벌레(*Canthocamptus carinatus*) 및 참검물벼룩(*Cyclops vicinus vicinus*)의 2종의 요각류는 여름철에 거의 출현하지 않았으나 가을철에 주로 저수지의 여러 조사정점들에서 출현빈도가 급증하였던 종들이다(Table 2, 3).

4-2. 유수역

본 연구의 유수역의 조사정점들에서 2회의 조사를 통하여 비교적 빈번히 출현하였고 각 조사정점에서 우점적이었던 물벼룩류 7종과 요각류 6종에 대하여 집괴분석한 결과 Fig. 3과 같은 수지도를 얻었다.

수지도에 나타난 바와 같이 13종은 거리값 0.65를 기준으로 하였을 때 2개의 표현군(A, B)으

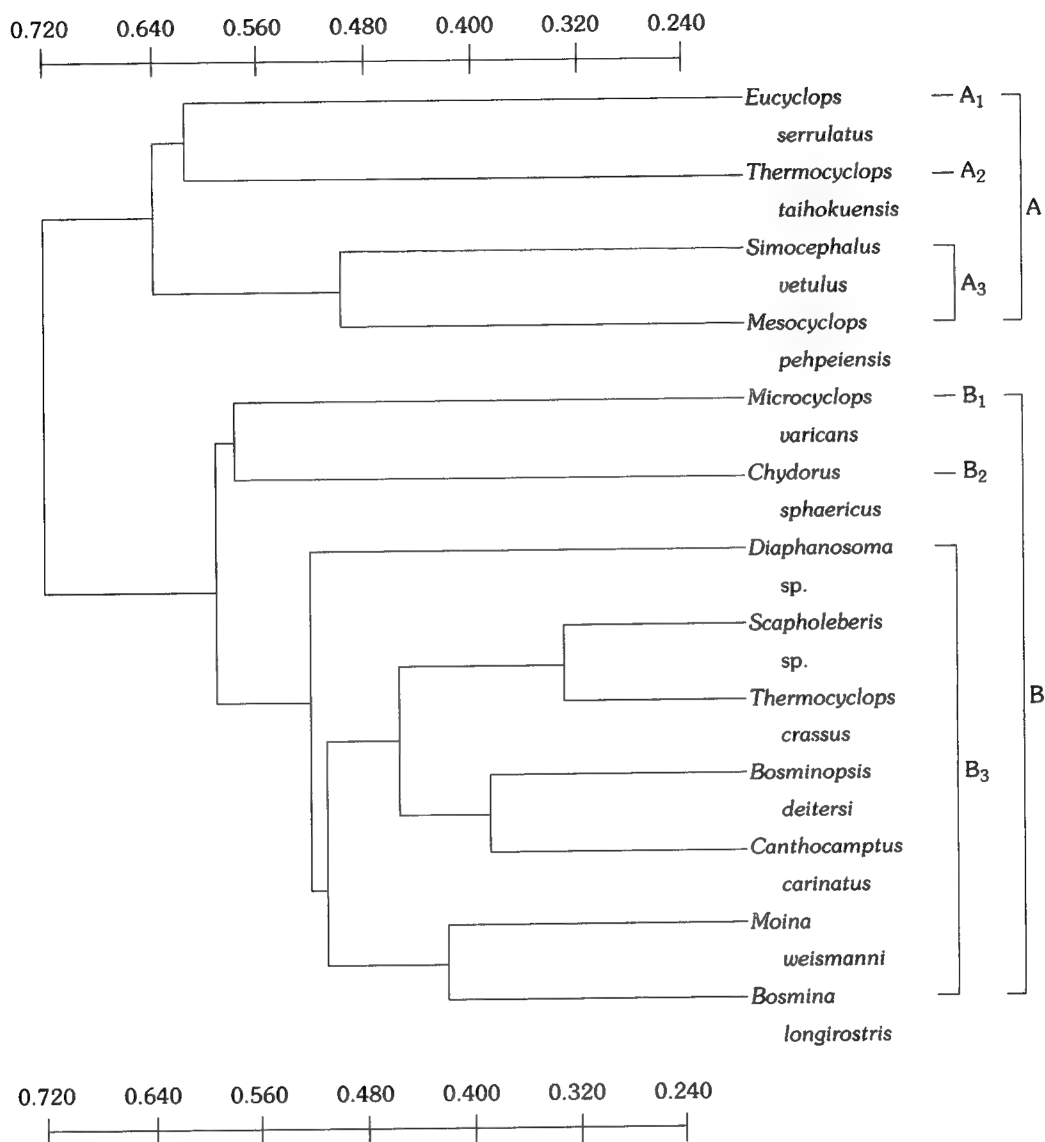


Fig. 3. Clustering of 13 cladocerans and copepods on the basis of their occurrence in the lotic habitats, using average taxonomic distance and UPGMA.

로 나뉘어지는데, 그 중 하나의 표현군(표현군 A)에 1종의 물벼룩류와 3종의 요각류가 속하고 있으며, 나머지 6종의 물벼룩류와 3종의 요각류가 다른 표현군(표현군 B)에 속하고 있다(Fig. 3).

본 연구에서 드러난 종들의 출현양상을 고려하였을 때, 표현군 A는 다양한 형태의 유수역 서식처에서 출현하면서 출현빈도가 높고 우점적인 종들로 구성되어 있다고 볼 수 있으며, 이에 비해 표현군 B를 이루고 있는 종들은 시기나 서식처에 따라 종의 출현양상이 심하게 변동되는 종들이라고 할 수 있다. 한편, 표현군 A와 표현군 B는 거리값 0.58을 기준으로 하였을 때 다시 각각 3개의 표현군들(표현군 A_1, A_2, A_3: 표현군 B_1, B_2, B_3)로 나뉘어진다(Fig. 3).

표현군 A_1은 거의 모든 형태의 유수역 서식처에서 출현하면서 여름철보다는 가을철에 출현빈

도가 높은 종으로서, 본 조사에서 톱니꼬리검물벼룩(*Eucyclops serrulatus*)은 2회의 조사를 통하여 모든 형태의 유수역 서식처를 포함하는 조사정점들에서 출현하였으며, 종의 출현빈도는 1차 조사에 비해 2차 조사에서 증가한 편이었다. 이에 대하여 표현군 A_2는 표현군 A_1 보다 종의 출현이 서식처 형태에 따라 다소 제한적이기는 하지만 다양한 형태의 유수역 서식처에서 흔히 관찰되며, 가을철보다는 여름철에 출현빈도가 높은 종인데, 본 조사에서 온난검물벼룩(*Thermocyclops taihokuensis*)은 샘과 계류를 제외한 대부분의 농수로와 하천의 조사정점들에서 채집되었던 종으로서, 표현군 A_1의 톱니꼬리검물벼룩과는 달리 종의 출현빈도가 1차 조사에 비해 2차 조사에서 감소하였다. 이 두 표현군들에 비해서 표현군 A_3은 서식처 형태에 따라 종의 출현이 다소 제한적이지만 다양한 형태의 유수역 서식처에서 출현한다는 점에서는 표현군 A_2와 비슷하나, 표현군 A_2와 달리 종의 출현양상이 여름철이나 가을철의 시기에 큰 영향을 받지 않는 종들로 구성되고 있는데, 긴눈시모물벼룩(*Simocephalus vetulus*)과 갈고리보통검물벼룩은 본 연구의 2회의 조사를 통하여 샘과 계류를 제외한 농수로 및 하천의 여러 조사정점들에서 시기에 관계없이 비교적 고르게 채집된 바 있다(Table 4, 5).

한편, 표현군 B_1은 꼬마검물벼룩(*M. varicans*) 1종으로, 주로 하천변에서 채집되었고 여름철과 가을철에 걸쳐 고르게 출현하였다. 이와는 달리 표현군 B_2는 종의 출현이 서식처의 형태에 큰 영향을 받지는 않지만 시기에 따라 크게 좌우되는 특징을 보이는 표현군으로서, 둥근씨물벼룩(*Chydorus sphaericus*)은 본 연구의 1차 조사시 하천의 몇 개 조사정점에서만 종의 출현이 확인되었으나 2차 조사시에는 샘과 계류를 제외한 대부분의 유수역 조사정점들에서 채집된 바 있다. 표현군 B_3은 종의 출현이 서식처 형태 및 시기에 따라 크게 달라지는 종들로 구성되고 있는데, 본 연구에서 표현군 B_3에 속하는 7종 가운데 곱사등물벼룩류의 1종인 *Scapholeberis* sp.는 여름철에, 시궁모이나물벼룩(*Moina weismanni*)과 긴뿔물벼룩(*Bosmina longirostris*), 유리온난검물벼룩(*T. crassus*)은 가을철에 각각 유수역의 조사정점들에서 출현이 훨씬 빈번하였던 종들이며, 긴꼬리물벼룩류 *Diaphanosoma* sp.는 여름철에 채집되었으나 가을철에는 전혀 채집되지 않았던 종이고, 긴뿔물벼룩붙이(*Bosminopsis detersi*)와 마루딱정장수노벌레(*C. carinatus*)는 가을철에만 주로 하천의 여러 조사정점들에서 출현하였던 종들이다(Table 4, 5).

참고문헌

Bowman, T.E. and L.G. Abele, 1982. Classification of the recent Crustacea, In: L.G. Abele (ed.), The Biology of Crustacea, Vol. 1, Systematics, the Fossile Record, and Biogeography. Academic Press, New York, pp. 1-27.

Chang, C.Y., 1991. Freshwater invertebrates of Mt. Songni. Rep. KACN., **29**: 217-226.

Chang, C.Y., 1993. Harpacticoid copepods of genus *Attheyella* (Harpacticoida: Canthocamptidae) in Korea. Korean J. Syst. Zool., **9**(2): 181-190.

Chang, C.Y. and H.S. Kim, 1986. The freshwater Calanoida (Crustacea: Copepoda) of Korea. Korean J. Syst. Zool., **2**(1): 49-60.

Chang, C.Y. and H.S. Kim, 1992. Two new species of genus *Attheyella* (Harpacticoida, Canthocamptidae) from springs of Korea. Korean J. Syst. Zool., Special Issue **3**: 67-76.

Chiang, S.C. and N.S. Du, 1979. Fauna Sinica. Crustacea. Freshwater Cladocera. Science Press, Peking, China, 297 pp (in Chinese).

Dodson, S.I. and D.G. Frey, 1991. Cladocera and other Branchiopoda, In: J.H. Thorp and A.P. Covich (ed.),

Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. Academic Press, Inc., pp. 723-786.

Dumont, H.J. and J. Pensaert, 1983. A revision of the Scapholeberinae (Crustacea: Cladocera). Hydrobiologia, **100**: 3-45.

Dussart, B., 1967. Les copepodes des eaux continentales d'europe occidentales. I. Calanoides et Harpacticoides. Editions N. Boubee et Cie, Paris, 500 pp.

Dussart, B., 1969. Les copepodes des eaux continentales d'europe occidentales. II. Cyclopoides et Biologie. Editions N. Boubee et Cie, Paris, 292 pp., 121 figs.

Dussart, B. and D. Defaye, 1985. Repertoire mondial des copepodes cyclopoides. CNRS. Paris, 236 pp.

Dussart, B. and D. Defaye, 1990. Repertoire mondial des copepodes harpacticoides. Crustaceana, supplement 16, E. J. Brill, Leiden, 384 pp.

Harada, I., 1931. Studien uber die Stsswasserfauna Formosas, IV. Susswasser-cyclopiden aus Formosa. Annot. Zool. Japan, **13**(3): 149-163, 32 figs.

Jeffries, M. and D. Mills, 1990. Freshwater Ecology Principles and Applications. Belhaven Press, London and New York, 385 pp.

Kang, C., 1993. Effects of the Freshwater Red Tide on the Microbial Food Wed in Lake Soyang. Ph. D. thesis, Seoul National University, 189 pp. (in Korean).

Kim, H.S. and C.Y. Chang, 1989a. Freshwater cyclopoid copepods (Cyclopoida, Cyclopidae) of Korea. Korean. J. Syst. Zool., **5**(2): 225-256.

Kim, H.S. and C.Y. Chang, 1989b. Freshwater invertebrates in Mt. Wolchul. Rep. KACN., **24**: 159-174.

Kim, H.S. and C.Y. Chang, 1991. *Acanthocyclops tokchokensis*, a new cyclopoid copepod species from wells in Tokchok Island of Korea (Copepoda, Cyclopoida, Cyclopidae). Korean J. Zool., **34**: 300-306.

Kim, I.H., 1988. Key to the Korean freshwater Cladocera. Korean J. Syst. Zool., Special Issue **2**: 43-65. (in Korean)

Korinek, V., 1987. Revision of three species of the genus *Diaphanosoma* Fisher, 1850. Hydrobiologia, **145**: 35-45.

Manuilova, E.F., 1964. Vetviatousye Rachki Fauny SSSR (Cladocera). Nauka Publ., Moscow, 326 pp.

Mizuno, T. and Y. Miura(三浦佳文 水野壽彦), 1984. 日本の陸水産橈脚類. 日本/中國 淡水產 橈脚類. たたら書房, pp. 471-620.

Mizuno, T. and E. Takahashi, 1991. An Illustrated Guide to Freshwater Zooplankton in Japan. Tokai Univ. Publ., 532 pp. (in Japanese)

Pennak, R.W., 1978. Fresh-water Invertebrates of the United States, second edition. John Wiley and Sons, Inc., New York. pp. i-xv, 1-803.

Sato, T. (佐藤月二), 1940. 初冬に於ける漢江の下流プランクトン, 陸水學雜誌, **10**(4): 128-130.

Shen, C.J. (chief ed.), 1979. Fauna Sinica. Freshwater Copepoda. Science Press, Peking, 450 pp.

Smirnov, N.N., 1971. Chydoridae of the World's Fauna. Fauna of the USSR, Vol. 1(2), No. 101, Leningrad, 531 pp. (English translation, Israel Program Scientific Translations, Jerusalem)

Stifter, P., 1991. A review of the genus *Ilyocryptus* (Crustacea: Anomopoda) from Europe. Hydrobiologia, **225**: 1-8.

Tanaka, S., 1986. *Daphnia curvirostris* Eylmann in Japanese high mountain waters (Cladocera: Daphniidae). Hydrobiologia, **137**: 33-43.

Tanaka, S., 1988. A preliminary report on the observation and collection of Cladocera (Arthropoda: Crustacea) in

six lakes of Inner Mongolia. Bull. Sugadaira Montane Res. Cen., 9: 69-72.

Tanaka, S. and S. Shigaki, 1987. *Daphnia obtusa* Kurz, 1874 emend. Scourfield, 1942 (Cladocera: Daphniidae) in Japan. Jpn. J. Limnol., 48(2): 111-115.

Ueno, M., 1941. Introductory account of the biological survey of inland waters of Nothern Tyosen (Korea). Jpn. J. Limnol., 11(3): 96-107 (in Japanese).

Williamson, 1991. Copepoda, In: J.H. Thorp and A.P. Covich (ed.), Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. Academic Press, Inc., pp. 787-822.

Yoo, K.I. and B.J. Lim, 1989. Systematic studies on the freshwater Copepoda (Crustacea) in Lake Yongsan, Korea. Korean J. Limnol., 22(2): 127-146.

Yoon, S.M. and H.S. Kim, 1987. A systematic study on the freshwater Cladocera from Korea. Korean J. Syst. Zool., 3(2): 175-207 (in Korean).

Yoon, S.M. and W. Kim, 1992. A taxonomic study of genus *Moina* (Branchiopoda, Crustacea, Moinidae) of Korea. Korean J. Syst. Zool., 8(1): 89-106.

Yoon, S.M. and W. Kim, 1993. Redescription of two chydorid species of genus *Leydigia* Kurz, 1875 (Branchiopoda, Anomopoda, Chydoridae) from Korea. Korean J. Zool, 36: 380-390.

RECEIVED: 26 February 1995
ACCEPTED: 11 March 1995

An Ecological Study on the Occurrence of Freshwater Cladocerans and Copepods from Chindo, Korea

Seong Myeong Yoon, Cheon Young Chang* and Won Kim**

(Department of Biology Education, College of Education, Chosun University, Kwanju 501-759, Korea;
*Department of Biology, College of Natural Sciences, Taegu University, Kyongsan-gun 713-714, Korea;
**Department of Molecular Biology, College of Natural Sciences, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea)

ABSTRACT

A faunistic and ecological study on the occurrence of freshwater cladocerans and copepods was accomplished from Chindo, South Korea. Collections were made from total 35 stations, comprising the various freshwater habitats like reservoirs, streams, swamps, bogs, ricefields, ditch, pond, and spring during the periods of July 23-25, and November 1-3 in 1994.

Twenty seven cladoceran species of 17 genera of 6 families in 2 orders, and 28

copepod species of 21 genera of 6 families in 3 orders were collected during this research period, of which *Daphnia obtusa* Kurz and *Elaphoidella bidens* (Schmeil) are newly recorded from Korea.

In reservoirs, *Diaphanosoma* sp. and *Thermocyclops taihokuensis* were dominant in July, and then succeeded by *Bosmina longirostris* and *Cyclops vicinus vicinus* in November. *Thermocyclops crassus* co-occurred with *T. taihokuensis* at both seasons, was frequent in November after *T. taihokuensis* precipitately decreased. In other stagnant waters, *T. taihokuensis* and *Moina weismanni* were dominant at ponds in July and in November, respectively. At ricefields in July *Moina macrocopa* and *T. taihokuensis* were dominant, but in November *M. macrocopa* and *Paracyclops fimbriatus* were.

At streams, cladocerans were relatively rare, but became more rich in November. The representative cladoceran species were *Bosmina longirostris* as a plankton, and *Chydorus sphaericus* as a epibenthic species. Concerning copepods, nearly all the stations of streams except a few ones adjacent to seashore showed the similiar species constitutions, of which *E. serrulatus* and *M. pehpeiensis* were most frequent and abundant. At a mountain streamlet and a spring, the occurrence of *Alona* sp., *Attheyella byblis* Chang and Kim, 1992 and *A. tetraspinosa* Chang, 1993 is quite interesting and deserved much attention in the taxonomical point of view.

Seventeen major cladocerans and copepods from lentic habitats and 13 major cladocerans and copepods from lotic habitatats were clustered using average taxonomic distance and UPGMA to infer the co-occurrence relations among species. As for lentic habitats, two large phena were appeared at first. The one phenon consisted of *Diaphanosoma* sp. and *T. taihokuensis*, and showed its predominancy over the various habitats and its dominancy was rapidly decreased in November. The other phenon frequently occurred rather in November, and subdivided into three subgroups. On the other hand, as for lotic habitats, 13 species were also grouped into 2 large phena. The first one comprised 4 species, which were dominant and highly frequent at nearly all the lotic habitats, and subdivided into three subgroups according to their seasonal fluctuation types. The second one was also subdivided into three phena, the first of which comprised only one species, *Microcyclops varicans*, and occurred at most of the stations along stream with steadiness through the research period; the second phenon, *Chydorus sphaericus*, occurred much frequently in November; the last phenon included a few heterogenous subgroups.

첨 부

조사정점 목록

저수지: sta 1, 진도읍 남동리 남산제(Namsan Res., Chindo-up); sta 2, 군내면 둔전리 둔전저수지(Tunjŏn Res., Kunnae-myŏn); sta 3, 고군면 오산리 오산제(Osan Res., Kogun-myŏn); sta 4, 고군면 내산리 마산저수지(Masan Res., Kogun-myŏn); sta 5, 의신면 사천리 쌍계사 근처 저수지(A reservoir near Ssanggyesa, Ŭishin-myŏn); sta 6, 의신면 사천리 사천저수지(Sach'ŏn Res., Ŭishin-myŏn); sta 7, 의신면 송정리 송정지(Songjŏng Res., Ŭishin-myŏn); sta 8, 임회면 용호리 용산제(Yongsan Res., Imhoi-myŏn); sta 9, 임회면 백동리 백동제(Paektong Res., Imhoi-myŏn); sta 10, 임회면 연동리 연동제(Yŏndong Res., Imhoi-myŏn); sta 11, 임회면 연동리 내연제(Naeyŏn Res., Imhoi-myon); sta 12, 지산면 심동리 심동저수지(Shimdong Res., Chisan-myŏn); sta 13, 지산면 오류리 봉암저수지(Pongam Res., Chisan-myŏn); sta 14, 지산면 와우리 와우저수지(Wau Res., Chisan-myŏn); sta 15, 지산면 길은리 길은저수지(Kilŭn Res., Chisan-myŏn).

습지, 연못, 웅덩이 및 논: sta 16, 지산면 소포리 해안가 제방 근처 습지(Swamp near bank along beach at Sop'o-ri, Chisan-myŏn); sta 17, 의신면 사천리 운림산방 내 연못(A pond at Unrimsanbang, Ŭishin-myŏn); sta 18, 지산면 삼당리 내삼당 근처 웅덩이(A pool near Naesamdang, Samdang-ri, Chisan-myŏn); sta 19, 지산면 소포리 논(ricefields at Sop'o-ri, Chisan-myŏn).

샘, 계류, 농수로 및 하천: sta 20, 의신면 사천리 쌍계사 근처 샘(A spring near Ssanggyesa, Ŭishin-myŏn); sta 21, 의신면 사천리 첨찰산 계류(A streamlet in Ch'ŏmch'alsan, Ŭishin-myŏn); sta 22, 의신면 침계리 사천저수지 아래 하천(A stream below Sach'ŏn Res., Ŭishin-myŏn); sta 23, 의신면 옥대리 옥대천(Oktaech'ŏn, Ŭishin-myŏn); sta 24, 임회면 용호리 용산제 아래 하천(A stream below Yongsan Res., Imhoi-myŏn); sta 25, 임회면 석교리 석교고교 근처 하천(A stream near Sŏkkyo high school, Imhoi-myŏn); sta 26, 지산면 삼당리 농수로(An irrigation ditch at Samdang-ri, Chisan-myŏn); sta 27, 지산면 송호리 농수로(An irrigation ditch at Songho-ri, Chisan-myŏn); sta 28, 지산면 고길리 농수로(An irrigation ditch at Kogil-ri, Chisan-myŏn); sta 29, 지산면 소포리 해안가 농수로(An irrigation ditch near beach at Sop'o-ri, Chisan-myŏn); sta 30, 지산면 유목리 마구도 안쪽 하천 하류(Downstream of a river on inside of Magudo at Yumok-ri, Chisan-myŏn); sta 31, 지산면 송호리 다리 밑 마구도 안쪽 하천(A river on inside of Magudo below a bridge at Songho-ri, Chisan-myŏn); sta 32, 지산면 삼당리 내삼당 근처 소포만 안쪽 하천(A river on inside of Sop'o Bay near Naesamdang, Samdang-ri, Chisan-myŏn); sta 33, 지산면 앵무리 앵무교 아래 소포만 안쪽 하천(A river on inside of Sop'o Bay below Aengmu Bridge at Aengmu-ri, Chisan-myŏn); sta 34, 지산면 고길리 건양내섬 맞은편 소포만 안쪽 하천(A river on inside of Sop'o Bay opposite to Kŏnyangnaesŏm, Kogil-ri, Chisan-myŏn); sta 35, 지산면 소포리 쉬미제방 상부 약 300 m 지점 소포만 안쪽 하천(Downstream of a river on inside of Sop'o Bay, about 300 m up from Shuimi Bank).